

Pemupukan Rasional dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Kapas

FITRININGDYAH TRI KADARWATI

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat

Indonesian Tobacco and Fibre Crops Research Institute

Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang-Jawa Timur

ABSTRAK

Pemupukan merupakan suatu tindakan yang harus dilakukan dalam budidaya kapas karena kondisi lahan yang diperuntukkan tanaman kapas biasanya tidak subur bahkan cenderung marginal. Konsep pemupukan berimbang yang dipopulerkan tahun 1987 merupakan upaya untuk menentukan kebutuhan pupuk dengan tepat. Pendekatan tersebut sebenarnya baik, tetapi dengan berjalannya waktu, konsep tersebut banyak disalahartikan menjadi pemupukan yang lengkap jenisnya dengan jumlah tertentu sehingga dalam prakteknya sering berlebihan unsur tertentu dan ada unsur lain yang tidak dipenuhi. Upaya untuk menentukan pemupukan yang tepat agar produktivitas tanaman tetap optimal dan pemborosan pupuk dapat dihindari, diperkenalkan konsep pemupukan rasional. Pemupukan rasional adalah memberikan jenis hara yang kurang melalui pemupukan dalam dosis yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan sesuai dengan kemampuan tanah menyediakan unsur hara bagi tanaman. Rekomendasi pemupukan kapas pada awalnya didekati melalui percobaan-percobaan pemupukan lapang di lokasi pengembangan kapas yang hasilnya bersifat sangat spesifik sehingga kurang tepat untuk diekstrapolasikan. Dengan selalu berpindah-pindah lokasi pengembangan kapas maka metode tersebut menjadi kurang relevan. Status hara tanah yang diperoleh dari hasil analisis tanah, dapat menggambarkan tingkat kemampuan tanah menyediakan hara sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan kebutuhan pupuk tanaman kapas yang rasional. Pemupukan rasional pada kapas adalah untuk Nitrogen berdasarkan kadar $N-NO_3$ tanah dengan batas kritis 20-25 ppm, untuk pemupukan P berdasarkan P tersedia dalam tanah (P-Olsen) dengan batas kritis 20 ppm P, sedangkan untuk pemupukan K berdasarkan pada K tersedia dalam tanah (K-dd) dengan batas kritis 150 ppm K. Pupuk kandang, bokashi dan limbah pabrik (sipramin) dapat digunakan sebagai pupuk organik alternatif pada tanaman kapas dan dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Kata Kunci: Kapas, *Gossypium hirsutum*, pemupukan, analisis tanah, pupuk anorganik, pupuk organik

ABSTRACT

Rational fertilization to increase Cotton productivity

As cotton is mainly grown on marginal land or less fertile soil, farmers need to apply fertilizer. Balanced fertilization principle was initiated in 1987 and adopted as a method to determine the dosage of fertilization. In fact, this method tends to excessive use in a certain element and less for others. Rational use in fertilizer is needed to avoid the excessive use of fertilizer. This principle implies that it is necessary to supply nutrient based on crop nutrient requirement and soil's ability to supply nutrients. Recommendation on fertilization is determined through several experiments on different sites which is difficult to be extrapolated to other sites. This recommendation is no longer used as cotton areas did not concentrate in a certain part for a long period of time. Nutrient condition in the soil indicates the status of soil fertility that can be used for determination of nutrient requirement. Rational use in Nitrogen for cotton is determined based on Soil $N-NO_3$ with critical level 20-25 ppm, critical level for soil phosphorus is ppm P; and critical level for soil potassium 150 is K. The application of farm manure, bokashi, and sugar industry waste could increase soil fertility and cotton production.

Key Words: Cotton, *Gossypium hirsutum*, fertilization, soil analysis, unorganic fertilizer, organic fertilizer

PENDAHULUAN

Serat kapas sebagai bahan baku industri tekstil, hanya sekitar 1% dipenuhi dari dalam negeri dan sisanya 99% dipenuhi dari serat kapas impor. Hal ini sangat ironis bila dilihat dari industri hilirnya berupa tekstil dan produk tekstil (TPT) sebagai primadona penyumbang devisa negara di samping penyerapan tenaga yang sangat besar. Keadaan ini merupakan tantangan sekaligus peluang untuk pengembangan kapas di masa yang akan datang.

Rendahnya produktivitas kapas dalam negeri ditengarai disebabkan oleh kendala teknis dan non teknis yang keduanya saling berinteraksi. Salah satu kendala utama adalah areal tanaman kapas yang terus menurun dan beralihnya usahatani kapas dari lahan subur ke lahan marginal. Di samping itu tanaman kapas selalu diusahakan secara tumpangsari dengan palawija sehingga akan terjadi kompetisi hara, air dan cahaya. Dari gambaran tersebut, maka peningkatan produksi kapas nampaknya harus dilakukan dengan peningkatan produktivitas per satuan luas lahan. Dengan demikian, penggunaan pupuk merupakan suatu keharusan dalam peningkatan produktivitas kapas terutama pupuk buatan atau pupuk anorganik.

Pengembangan kapas di Indonesia melalui program Intensifikasi Kapas Rakyat (IKR) yang dilakukan pada dua tipe lahan, yaitu pertama di lahan kering atau tegal yang dikenal dengan kapas Tanam Musim Penghujan (TMP) biasanya tumpangsari dengan jagung atau kacang hijau, banyak dikembangkan di Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan. Kedua, kapas di lahan sawah tadah hujan sesudah padi yang ditanam tumpangsari dengan kedelai pada MK I terutama di Jawa Timur dan Nusa Tenggara Barat.

Peningkatan program intensifikasi tanaman selama ini telah melahirkan petani-petani "pupuk minded" yang sangat tergantung pada pupuk buatan (Herman dan Gunadi, 1999). Pada umumnya petani lebih senang menggunakan pupuk anorganik atau pupuk buatan karena lebih cepat memberikan respon pada tanaman dibandingkan dengan pupuk organik atau pupuk alami. Unsur N (Nitrogen), Fosfor (P) dan Kalium (K) merupakan hara yang sering ditambahkan melalui pupuk buatan, atau anorganik antara lain berupa pupuk N (Urea dan ZA), P (TSP dan SP 36) dan K (Kalium khlorida). Penggunaan pupuk buatan di Indonesia terus meningkat rata-rata 16%/th. (Anonim, 1998) dan pupuk buatan untuk tanaman perkebunan relatif kecil (sekitar 13%) bila dibandingkan dengan kebutuhan pupuk buatan secara nasional.

Salah satu upaya untuk menentukan kebutuhan pupuk adalah pendekatan

pemupukan berimbang yang dipopulerkan oleh Soepardi (1987). Lebih jauh dikemukakan bahwa penggunaan pupuk bukan sekedar memberikan pupuk, tetapi harus didasarkan pada: (1) kemampuan tanah menyediakan hara untuk mencapai hasil tinggi yang mantap sesuai dengan potensinya, (2) jumlah dan macam hara yang diperlukan serta kemampuan tanaman menyerap hara untuk mencapai hasil tinggi yang mantap sesuai dengan potensinya, (3) jenis dan jumlah pupuk yang dikombinasikan sebagai pelengkap dari jumlah yang tidak dapat disediakan dari dalam tanah, dan (4) pelestarian fungsi sumberdaya tanah untuk pertanian secara berkelanjutan. Akan tetapi dengan berjalannya waktu, konsep pemupukan berimbang tersebut banyak disalah-artikan ("salah kaprah") dengan pemupukan yang lengkap jenisnya dan dengan jumlah tertentu sehingga dalam prakteknya unsur tertentu sering berlebihan, sedangkan unsur yang lain tidak dipenuhi.

Suyamto (2002) menyempurnakan pemupukan berimbang dengan konsep pemupukan rasional spesifik lokasi dan implementasinya, khususnya untuk tanaman padi. Pemupukan rasional diartikan memberikan jenis hara melalui pemupukan dalam dosis yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan sesuai dengan kemampuan tanah menyediakan unsur hara bagi tanaman. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian pupuk tidak harus selalu lengkap, tetapi sesuai dengan kemampuan tanah menyediakan hara dan kebutuhan tanaman. Nampaknya pendekatan ini merupakan alternatif lain yang perlu dicermati dan dikaji bahkan apabila memungkinkan dapat diadopsi pada tanaman kapas. Oleh karena itu, informasi tentang status hara tanah dan kebutuhan tanaman kapas akan hara mutlak diperlukan.

Pada umumnya kemampuan tanah menyediakan hara, dapat mencerminkan tingkat kesuburan tanah dan berkorelasi positif dengan hasil tanaman yang diusahakan. Di lain pihak tingkat kesuburan tanah berkorelasi negatif dengan kebutuhan pupuk atau dapat diartikan makin tinggi tingkat kesuburan tanah, maka makin rendah penggunaan pupuk buatan dan

bahkan tidak perlu ditambahkan (Suyamto, 2002). Untuk tanaman kapas, Constable (1988b) menentukan titik kritis (*Critical level*) unsur N, P dan K dari hasil analisis tanah guna menentukan kebutuhan pupuk. Titik kritis adalah batas di bawah titik kritis tersebut, tanaman kapas memerlukan tambahan hara dari pupuk. Lebih lanjut dikemukakan bahwa analisis tangkai daun kapas (petiol) pada saat awal pembungaan, dapat digunakan untuk menentukan tambahan pupuk setelah pemupukan berdasarkan analisis tanah untuk mencapai hasil yang optimal.

Dalam makalah ini dikemukakan hasil-hasil penelitian pemupukan tanaman kapas menuju pemupukan rasional berdasarkan analisis tanah dan tanaman serta implikasinya pada tanaman kapas. Selain itu disajikan hasil-hasil penelitian pemupukan kapas mulai tahun 1986 sampai dengan tahun 2004.

KEBUTUHAN HARA UTAMA TANAMAN KAPAS

Seperti halnya tanaman lain, tanaman kapas memerlukan unsur hara dari dalam tanah untuk menopang pertumbuhannya. Hobt dan Kemler (1980) mendapatkan bahwa jumlah hara yang dibutuhkan tanaman kapas tergantung dari hasil yang ingin dicapai dan berdasarkan urutan kebutuhan unsur terbanyak adalah N, K, P, Mg dan S seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan hara tanaman kapas untuk memperoleh hasil yang ingin dicapai

Hara yang diperlukan	Hasil kapas yang diinginkan	
	840 kg serat/ha ...(kg/ha)...	1.680 kg serat/ha ...(kg/ha)...
N	118	202
P ₂ O ₅	50	71
K ₂ O	73	141
MgO	31	65
S	17	34

Sumber : Hobt dan Kemler (1980)

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk mendapatkan produksi yang tinggi, tanaman kapas memerlukan jumlah unsur hara yang tinggi pula. Sedangkan Cristidish dan Harisson

(1955) menyatakan bahwa jumlah hara yang terangkut waktu panen kapas bervariasi menurut kondisi tanah dan iklim. Lebih lanjut dikemukakan bahwa tiap 100 kg serat yang dipanen rata-rata dapat ditemukan 7,3 kg N; 2,9 kg P₂O₅; 3,1 kg K₂O; 1,3 MgO; 0,75 kg CaO serta unsur yang lain yang lebih sedikit.

Soepardi (1987) menyatakan bahwa jumlah hara yang nyata dijumpai dalam tanaman, bukan merupakan jumlah yang diperlukan tanaman selama pertumbuhannya karena hanya dijumpai dari panen saja. Dalam biomasa yang tidak dipanen juga terangkut sejumlah hara sehingga tidak terlalu tepat apabila memper-hitungkan kebutuhan hara atau pupuk hanya dari jumlah yang dipanen.

Selain kebutuhan hara, pola serapan penggunaan hara oleh tanaman kapas merupakan hal yang penting dalam menentukan kebutuhan dan saat pemberian pupuk bagi tanaman kapas. Sehubungan dengan hal itu, Rude (1984) menyatakan bahwa pola serapan hara terutama N, P, dan K berbeda-beda sesuai dengan fase pertumbuhan kapas (Tabel 2).

Tabel 2. Pola serapan hara N, P, dan K oleh tanaman kapas pada berbagai fase pertumbuhan

Fase Pertumbuhan	Umur (hari)	Porsi Serapan Hara per fase pertumbuhan (%)		
		N	P	K
1. Kecambah – Kuncup bunga	0 – 35	10	7	7
2. Kuncup bunga – Berbunga	35 - 65	30	31	23
3. Berbunga – Pembuahan	66 – 90	40	35	53
4. Pembuahan– Pemasakan buah	91 - 120	20	27	17

Sumber : Rude (1984).

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat dikatakan bahwa nitrogen merupakan hara yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman kapas, dan waktu pembungaan sampai dengan pembuahan merupakan fase yang paling banyak memerlukan unsur nitrogen. Sedangkan fase pembuahan sangat memerlukan unsur P dan K dalam jumlah yang lebih banyak. Hal ini dapat dimengerti karena P banyak dimanfaatkan untuk pengisian

buah dan biji sedangkan K untuk menentukan mutu seratnya (Joham, 1986)

Kebutuhan hara tanaman kapas dan pola serapan hara, sangat bermanfaat untuk menentukan dosis pupuk dan strategi waktu pemberian pupuk bagi tanaman kapas.

KONDISI LAHAN UNTUK PERTANAMAN KAPAS

Penanaman kapas di Indonesia pada mulanya dikembangkan di lahan pertanian yang kurang subur dan beriklim kering, dan hanya dapat ditanami satu kali dalam setiap musim atau sering disebut tanah marginal. Tanah-tanah ini pada umumnya tergolong dalam Inceptisol, Alfisol atau Vertisol bersolum tipis yang disebabkan oleh proses erosi yang telah berlangsung lama. Tingginya laju erosi tanah di daerah kapas seperti ini, terjadi karena tempatnya di lereng-lereng bukit dan berkapur sehingga tanah peka terhadap erosi, di samping itu kurangnya penerapan teknik konservasi yang baik.

Sifat-sifat tanah yang lain yang juga sering dijumpai adalah rendahnya kadar bahan organik tanah karena tingginya laju erosi dan tanah miskin unsur hara karena bahan induk pembentuk tanah miskin, tingkat pelapukan sudah lanjut, tingginya proses pencucian serta rendahnya intensitas pengembalian hara ke dalam tanah. Pada tanah-tanah demikian, untuk meningkatkan hasil panen kapas diperlukan masukan yang tinggi, antara lain berupa pupuk buatan, pupuk organik serta pengelolaan tanah yang baik termasuk tindakan pengendalian erosi. Daerah pengembangan seperti ini banyak dijumpai di NTB, NTT, sebagian Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara.

Pengembangan kapas pada lahan kering atau Tanam Musim Penghujan (TMP) seperti ini biasanya dengan pola monokultur melalui program Intensifikasi Kapas Rakyat (IKR) sejak musim tanam tahun 1980/1981. Setelah hasil penelitian menunjukkan bahwa usahatani kapas dan palawija dapat mengurangi resiko kegagalan dan meningkatkan pendapatan petani, tahun 1988 diperkenalkan sistem tumpangsari kapas

dan kacang hijau di lahan kering tadah hujan, tumpangsari kapas dan kedelai di lahan sawah sesudah padi (Hasnam dan Adisarwanto, 1993). Di lahan kering tadah hujan, juga diperkenalkan sistem tanam berjalur (*strip-cropping*) kapas – jagung untuk daerah-daerah yang makanan pokoknya jagung, sedangkan proporsi kapas dan jagung disesuaikan dengan keinginan petani.

Pada perkembangan selanjutnya, kapas juga ditanam di lahan sawah sesudah padi yang lahan sawahnya hanya dapat ditanami padi satu kali dalam satu musim, atau sawah dengan pola tanam padi – palawija 1– palawija 2, atau padi – palawija – bero dan dikenal dengan istilah kapas Tanam Musim Kemarau (TMK) (Hasnam dan Adisarwanto, 1993; Kadarwati *et al.*, 1996 b). Secara umum dapat dikatakan bahwa tingkat kesuburan lahan kering lebih rendah dibandingkan dengan lahan sawah (basah), dan produktivitas kapas TMK relatif lebih tinggi daripada kapas TMP (Ditjenbun, 1996). Hal ini antara lain disebabkan pada lahan sawah pengolahan tanahnya lebih intensif, sehingga menghasilkan struktur tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatnya daya pegang air. Di samping itu, mungkin residu pupuk padi sebelumnya masih dapat dimanfaatkan tanaman kapas sehingga input pupuk dapat dikurangi. Sedangkan lahan kering untuk tanaman kapas biasanya berupa lahan marginal. Di Jawa Timur, perkembangan areal kapas TMK terus meningkat sedangkan kapas TMP semakin menyusut (Disbun Jatim, 1999).

Sehubungan dengan persyaratan tanah untuk tanaman kapas, Djaenudin *et al.* (1997) mengemukakan bahwa tanah yang sesuai untuk kapas antara lain harus memenuhi sifat fisik dengan kedalaman efektif lebih dari 60 cm, drainase baik sampai sedang, air cukup baik, tekstur tanah sedang sampai agak ringan (lempung, lempung berpasir, lempung berdebu, lempung berliat, lempung liat berdebu, dan lempung liat berpasir). Sedangkan sifat kimia tanahnya yaitu pH (kemasaman tanah) 6,5–7,5, salinitas kurang dari 16 mmhos/cm, N total minimal sedang (0,21–0,50%), P₂O₅ tinggi (26–35 ppm dengan pengestrak Bray-1 atau 46–60 ppm

dengan pengestrak Olsen) dan K_2O rendah (0,125–0,25 me/100 gr). Ditinjau dari daya pegang air, tanah dengan tekstur lempung liat (*silt loams*) adalah yang terbaik untuk kapas karena kemampuannya untuk menahan air selama 2-3 minggu (Waddle, 1984).

HASIL-HASIL PENELITIAN PEMUPUKAN PADA TANAMAN KAPAS

Rekomendasi pemupukan pada tanaman kapas, pada mulanya didekati melalui percobaan pemupukan di lapang yang hasilnya sangat spesifik sehingga kurang tepat bila diekstrapolasikan. Percobaan menyebar di setiap lokasi pengembangan kapas dan untuk mencapai hasil yang konsisten, maka percobaan lapang biasanya diulang selama dua musim tanam berturut-turut.

Pemupukan Nitrogen

Kadar hara N dalam tanah pada daerah pengembangan kapas biasanya sangat rendah ($N_{total} < 1,00\%$) sampai rendah ($N_{total} 1,00 - 2,00\%$), oleh karena itu harus ditambah melalui pemupukan. Berdasarkan hasil percobaan lapang di beberapa lokasi pengembangan kapas (Rembang, Jeneponto, dan Bulukumba), menunjukkan bahwa kebutuhan N bervariasi antara 30 sampai dengan 90 kg N/hektar tergantung kesuburan tanahnya. Di lokasi Kabupaten Rembang, pemupukan Nitrogen dosis 90 kg N/ha yang dibarengi dengan belerang 10 kg S/ha memberikan produktivitas kapas tertinggi sebesar 1.470 kg/ha dibandingkan dengan pemupukan 90 kg N/ha tanpa unsur S yaitu hanya 1.370 kg/ha kapas berbiji. Unsur belerang sangat dibutuhkan di Kabupaten Jeneponto dan Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan. Penambahan dosis belerang 20 kg S/ha dapat mengurangi dosis pupuk N hingga setengahnya (Hasnam *et al.*, 1985). Kombinasi pemupukan N sebanyak 30 kg/ha dan belerang 20 kg S/ha memberikan hasil kapas berbiji tertinggi berturut-turut 1.910 kg/ha di Jeneponto dan 1.590 kg/ha di Bulukumba. Sedangkan hasil

kapas berbiji terendah di Jeneponto 1.310 dan Bulukumba 930 kg/ha, dicapai dengan pemberian pupuk N sebesar 60 kg N/ha tanpa belerang. Pupuk dasar berupa 40 kg P_2O_5 /ha diberikan pada ketiga lokasi tersebut.

Sastrosupadi dan Kadarwati (1986) berpendapat bahwa kombinasi 20 kg N (ZA) + 40 kg N (Urea) dengan 40 kg P_2O_5 sudah cukup menghasilkan kapas berbiji tertinggi (1.295 kg/ha) di Tuban dan Banyuwangi (2.812 kg/ha). Sedangkan di Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur, kombinasi 45 N (ZA) + 15 N (Urea) memberikan hasil kapas berbiji tertinggi sebesar 2.049 kg/ha. Penggunaan pupuk N pada tanaman kapas ini harus dikelola dengan ekstra hati-hati bahkan harus dikendalikan, karena kelebihan pupuk N akan meningkatkan pertumbuhan kapas sehingga tanaman menjadi sukulen dan sangat disenangi hama.

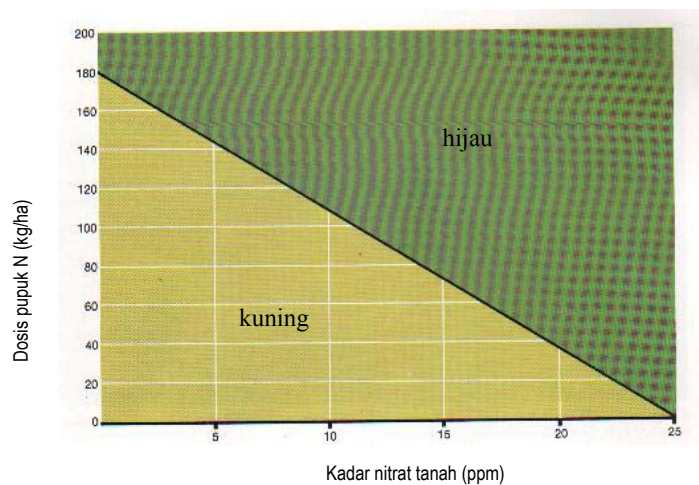
Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk N yang tepat pada kondisi air cukup, meningkatkan jumlah buah terpanen dan secara tidak langsung dapat memperbesar ukuran buah kapas (Constable, 1988a; Kadarwati dan Yusron, 1994). Apabila penggunaan pupuk N berlebihan dan tidak tepat saat aplikasinya, akan mengakibatkan kerugian seperti dikemukakan oleh Constable (1988b) sebagai berikut: (1) harga pupuk N tergolong mahal, (2) pertumbuhan vegetatif tanaman berlebih sehingga kanopi rimbun yang mengakibatkan penetrasi pestisida tidak mengenai sasaran dan buah busuk sehingga produksi menurun, dan (3) menunda pemasakan buah sehingga umur kapas bertambah panjang.

Pemupukan N sangat erat kaitannya dengan ketersediaan air. Dengan terjaminnya ketersediaan air di lahan sawah, maka kebutuhan nitrogen meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pengairan 3 kali, peningkatan dosis N dari 60 menjadi 90, meningkatkan produksi kapas berbiji dari 1.582 kg/ha menjadi 1.922 kg/ha, tetapi penambahan dosis N menjadi 120 kg N/ha cenderung menurunkan produksi kapas berbiji dari 1.922 kg/ha menjadi 1.707 kg/ha (Riajaya dan Kadarwati, 1993).

Tabel 3. Anjuran Aplikasi pupuk N berdasarkan analisis N-nitrat (N-NO_3) tanah

N- NO_3 tanah (ppm)	Anjuran saat aplikasi pupuk N
0 – 10	N diberikan sebelum tanam atau segera setelah berkecambah
10 – 20	N diberikan saat kuncup bunga pertama terbentuk (umur tanaman antara 35-45 hari)
20 – 30	N diberikan saat bunga pertama terbentuk
> 30	N diberikan berdasarkan analisis petiol dari tanaman setelah bunga pertama terbentuk

Sumber : Constable, 1988 b.



Gambar 1. Hubungan antara kadar nitrat tanah dengan dosis pupuk N

Sumber : Constable, 1988b.

Untuk mengelola pemupukan N dan meningkatkan efisiensinya, Constable (1988b) menggunakan analisis tanah dan jaringan tanaman yaitu tangkai daun (petiol) sebagai dasar menentukan dosis pupuk N. Kandungan N-nitrat (N-NO_3) tanah sebelum tanam kapas, digunakan untuk menentukan dosis pupuk N pada kapas (Gambar 1) dan waktu aplikasi pupuk N ditentukan berdasarkan Tabel 3. (Constable, 1988b).

Metode pemupukan nitrogen yang ditetapkan berdasarkan analisis nitrat tanah diperkenalkan oleh Constable (1988a; 1988b). Sampel tanah diambil 4 minggu sebelum waktu tanam. Berdasarkan Gambar 1 (daerah kuning) dari hasil kadar nitrat tanah ditarik garis ke atas sampai berpotongan dengan garis hitam, dari titik perpotongan lalu ditarik garis ke kiri sehingga dapat ditentukan dosis N yang harus diberikan dan untuk menentukan apakah perlu tambahan lagi setelah tanaman kapas tumbuh,

dapat menggunakan batas kritis unsur hara dalam petiol (Tabel 4). Petiol diambil pada saat awal pembungaan (umur kapas 65-75 hari). Petiol yang dianalisis berasal dari daun ke-3 atau ke-4 dari atas yang telah membuka sempurna, sedangkan untuk analisis petiol minimal diperlukan 40 buah.

Tabel 4. Hasil analisis tanah sebagai indikator untuk menentukan titik kritis kebutuhan hara pada tanaman kapas

Unsur	Bentuk unsur	Titik kritis (ppm)	
		Tanah	Petiol
Nitrogen	NO_3	20-25	20.000
Fosfat	P-tersedia (Olsen)	20	12.000
Kalium/Potasium	K-dd	150	10.000

Sumber : Constable (1988b)

Kadarwati dan Yusron (1994) menerapkan pemupukan N kapas berdasarkan metode Gambar 1 dan Tabel 3, dibandingkan dengan

dosis N yang telah didapat sebelumnya (dosis IKR yaitu 60 kg/ha). Hasilnya menunjukkan bahwa pada kadar nitrat tanah 12,3 ppm maka dosis N yang diberikan 91 N (berdasarkan Gambar 1). Lebih lanjut dikemukakan bahwa peningkatan dosis N dari 60 menjadi 91 kg/ha dengan waktu pemberian dua kali, tidak meningkatkan hasil kapas berbiji (Tabel 5). Akan tetapi dengan dosis 91 N dan menunda waktu pemberiannya sampai awal pembentukan kuncup bunga, dapat meningkatkan hasil kapas dari 1.815 kg menjadi 2.267 kg/ha atau kenaikan sebesar 25%. Hal ini berarti pemupukan N tidak harus diberikan saat tanam, bila N-nitrat dalam tanah tinggi.

Persyaratan yang harus dipenuhi dengan menggunakan pendekatan tersebut antara lain pengairan pada kapas terjamin. Penundaan waktu aplikasi pupuk N dapat menghambat pertumbuhan awal kapas tetapi menguntungkan pada fase generatif, karena serapan hara N lebih banyak dimanfaatkan untuk pembentukan bunga dan buah selama ketersediaan air optimal. Ternyata penentuan dosis dan waktu pemberian pupuk N dapat dilakukan berdasarkan analisis nitrat tanah. Pupuk N tidak harus diberikan saat tanam bila kadar N-nitrat mencukupi sampai dengan pertumbuhan awal kapas.

Dalam penerapan selanjutnya, metode analisis tanah tetap dipenuhi untuk mendapatkan dosis yang tepat, akan tetapi waktu pemberian pupuk N tetap diberikan dua kali yaitu pada

umur 1 minggu dan 6-7 minggu. Hal ini dilakukan karena pada kondisi tanam secara tumpangsari dengan jagung atau kedelai, apabila pupuk N pertama pada kapas tidak diberikan pada awal pertumbuhan, maka kapas akan kalah bersaing dengan jagung atau kedelai.

Pemupukan Fosfat

Berdasarkan peta status P tanah sawah dan lahan kering dari Puslittanak (1992), tanah-tanah untuk pengembangan kapas termasuk, dalam kriteria P sedang sampai tinggi sehingga pemupukan P sering menunjukkan respon yang tidak nyata terhadap peningkatan hasil kapas berbiji. Di beberapa lokasi pengembangan saat itu (Kabupaten Purwodadi, Tuban, Wongsorejo, Sikka NTT), menunjukkan bahwa tanpa pemupukan P mampu memberikan hasil kapas berbiji antara 885–2.285 kg/ha. Sedangkan dengan penambahan dosis P antara 40–80 kg P₂O₅, memberikan hasil kapas berbiji antara 921 – 2.484 kg/ha. Penambahan pupuk P pada kapas lebih ditekankan untuk mempertahankan kesuburan tanah.

Tindakan seperti ini berarti pemborosan pupuk. Hasil penelitian pemupukan N, P dan K pada kapas monokultur di beberapa lokasi pengembangan disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum percobaan, kadar P-Olsen termasuk dalam kategori tinggi sampai sangat tinggi yaitu antara 18 – 24 ppm P (Kadarwati, 1993).

Tabel 5. Pengaruh pemupukan N terhadap komponen hasil dan hasil kapas berbiji.

Dosis pupuk N (kg/ha)	Waktu pemberian pupuk N	Hasil kapas berbiji (kg/ha)
91 N ^{#)}	Awal kuncup bunga	2.267
91 N ^{a)}	1/3 N saat tanam dan 2/3 N diberikan 6 minggu setelah tanam	2.011
60 N ^{b)}	Saat tanam dan 6 minggu setelah tanam	1.815

Sumber : Kadarwati dan Yusron (1994)

Keterangan:

^{#)} Rekomendasi pemupukan berdasarkan analisis N-NO₃ tanah dan jaringan tanaman

^{a)} Dosis pupuk N berdasarkan analisis N-NO₃ tanah dan waktu pemberian berdasarkan hasil penelitian Balittas sebelumnya (IKR)

^{b)} Dosis pupuk N dan waktu pemberian berdasarkan hasil penelitian Balittas sebelumnya (IKR)

Hasil penelitian terhadap pemupukan N, P dan K di lahan tegal pada tumpangsari kapas dan kedelai, memberikan hasil yang sama yaitu pemberian pupuk P tidak melebihi dosis 40 kg/ha. Dari Tabel 6 terlihat bahwa baik dalam kapas monokultur maupun tumpangsari dengan kacang hijau, penambahan dosis P tidak memberikan hasil yang konsisten. Penambahan dosis P dari 40 menjadi 60 yang disertai penambahan dosis N, tidak meningkatkan hasil kapas berbiji maupun kacang hijau.

Tabel 6. Pengaruh pemupukan N dan P terhadap hasil kapas dan kacang hijau dalam sistem tumpangsari

Lokasi	Tahun	Paket pemupukan (kg/ha)			Hasil (kg/ha)	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kapas	Kc. Hijau
Wongsorejo	1988/1989	40	40	25	2.442	+ 702
Banyuwangi		60	60	25	2.171	+ 673
Takalar	1990/1991	56,5	23	60	968	+ 440
(Sulawesi Selatan)		56,5	46	60	1.322	+ 456

Sumber : Kadarwati dan Yusron (1994)

Pemupukan P pada kapas di lahan sawah sesudah padi selalu mengikuti pemupukan P pada padi sebelumnya. Ada sinyalemen bahwa pada tanah sawah telah terjadi akumulasi P sehingga padi tidak harus dipupuk P setiap musim tanam (Rochayati, 1991). Nampaknya akumulasi P tanah sawah ini, juga dapat dimanfaatkan oleh tanaman kapas yang ditanam sesudahnya sehingga tanaman kapas tidak perlu dipupuk P atau hanya diberi pupuk P separuhnya (Kadarwati *et al.*, 1995 ; dan 1996a).

Pemupukan P pada kapas di lahan sawah sesudah padi mengikuti padi sebelumnya karena nampaknya residu pupuk pada padi sebelumnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman kapas sesudahnya. Pada tanah dengan kadar P tersedia tinggi (>20 ppm) maka residu pemupukan P dari padi sebelumnya (setara 100 kg SP-36), masih dapat dimanfaatkan tanaman kapas dan kedelai sesudahnya (Kadarwati *et al.*, 1995).

Pemupukan Kalium

Pemupukan Kalium tidak selalu menunjukkan hasil yang konsisten terhadap hasil kapas

berbiji. Sahid *et. al.* (1990) berpendapat bahwa pada lahan sawah, pemupukan Kalium dengan dosis 45 kg K₂O/ha yang dibarengi dengan pemupukan P (40 P₂O₅) serta unsur mikro Zn dan Cu masing-masing 1,5 kg/ha, dapat meningkatkan hasil kapas berbiji dari 819 kg/ha menjadi 1.760 kg/ha. Jenis tanah tempat percobaan ini adalah Vertisol dengan kadar K tersedia dalam tanah dalam kategori sedang (0,50 me/100 g K). Hal ini dimungkinkan karena mineral liat tipe 2:1 pada tanah ini, akan menyerap K tersedia sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Sedangkan pada lahan kering, pemupukan Kalium sampai dengan dosis 80 kg K₂O tidak menunjukkan peningkatan hasil kapas berbiji yang ditanam tumpangsari dengan kacang hijau (Cholid dan Kadarwati, 2000). Hasil kapas berbiji berkisar antara 801 - 933 kg/ha dan kacang hijau 1.323 - 1.350 kg/ha (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh dosis pupuk K terhadap produksi kapas berbiji dan kacang hijau

Dosis pupuk (kg/ha)			Hasil kapas berbiji (kg/ha)	Hasil kacang hijau (kg/ha)
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
60	30	0	801	1.323
60	30	20	864	1.322
60	30	40	848	1.347
60	30	60	905	1.346
60	30	80	933	1.350

Sumber : Cholid dan Kadarwati (2000)

PUPUK ORGANIK UNTUK TANAMAN KAPAS

Sistem usahatani kapas dan kedelai di Lamongan, dicirikan dengan bertanam di lahan sawah, ternak sapi atau kambing merupakan suatu komponen pertanian, sehingga pupuk kandang (pukan) tersedia di kalangan petani. Apabila pupuk kandang tersedia dalam jumlah yang cukup, penggunaannya dapat memberikan pengaruh yang berarti dalam peningkatan produksi. Komposisi hara yang terkandung dalam pupuk kandang disajikan pada Tabel 8. Meskipun belum ada standar mutu pupuk kandang, untuk sementara dapat digunakan

penilaian berdasarkan kombinasi antara C/N dan kadar C-organik. Kriteria mutu yang baik bila $C/N \leq 15$ dan C-organik $> 10\%$.

Selain pupuk kandang, kompos adalah bahan organik dapat berupa pukan atau hijauan yang telah mengalami penguraian oleh mikroorganisme dan satwa tanah sehingga menghasilkan humus. Kompos ada yang menyebut "fine Compost" atau "Bokashi" yaitu kompos yang dihasilkan secara cepat dengan menggunakan "biodecomposer" dan hasilnya mempunyai kualitas lebih baik dan kuantitas yang lebih tinggi. Bokashi dari kotoran sapi, dapat dimanfaatkan untuk pemupukan kapas sehingga dosis pupuk anorganik hanya diberikan setengahnya dengan hasil kapas dan kedelai meningkat.

Hasil penelitian Kadarwati dan Riajaya (2004) menunjukkan bahwa penambahan pupuk organik berupa bokashi, berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi kapas berbiji (dari 1,024 menjadi 1,273 kg/ha). Sedangkan pemupukan anorganik dengan takaran tinggi, ($N_{90}P_{36}K_{45}$) memberikan hasil kapas berbiji tertinggi yaitu 1,432 t/ha. Hasil selengkapnya

disajikan pada Tabel 9.

Pemanfaatan limbah pabrik sebagai pupuk alternatif, sangat tergantung dari sifat limbahnya. Ada kalanya penggunaan limbah pabrik dapat memperkaya bahan organik tanah, menyumbangkan hara untuk tanaman, serta mengamankan lingkungan. Salah satu limbah pabrik yang sudah dimanfaatkan untuk tanaman kapas adalah sisa proses pembuatan asam amino (**sipramin**), yang dihasilkan oleh pabrik pembuatan bumbu masak monosodium glutamat yang banyak di Jawa Timur.

Penggunaan sipramin untuk tanaman kapas yang biasa digunakan petani di Lamongan, adalah 2000 sampai 2500 l/ha yang diberikan dua kali yaitu pertama setelah kedelai dipanen, dan kedua dengan interval 4 minggu. Dengan kandungan N sekitar 4,5% (Tabel 8), maka kebutuhan tanaman kapas akan N dapat terpenuhi dari pupuk sipramin tersebut asalkan pada awal pertumbuhan, kapas mendapat tambahan pupuk N anorganik dari ZA dan Urea secukupnya. Kandungan P dari sipramin, tidak berarti bagi tanaman kapas sehingga penggunaan sipramin harus diikuti dengan pemberian pupuk

Tabel 8. Kandungan beberapa hara jenis pupuk alternatif

Sifat/ Konsentrasi	Jenis pupuk alternatif			
	Pupuk kandang	Kompos	Sipramin**	Pupuk hijau
PH	n.a	n.a	4,8 – 6,0	n.a
Bahan organik (%)	185*	92*	81 – 127	510*
N (%)				
P (%)	13	12,9	4,4 – 4,6	5,3 – 24
K (%)	33	12,1	0,7 – 1,8	1,9 – 4
Na (%)	5	24	6 – 11	13 – 18
Ca (%)	1,9	n.a	1 – 10	n.a
Mg (%)	84	85	0,2 – 2,1	3,1 – 10
S (%)	7,2	0,9	1,0 – 1,4	1,3 – 2,3
Cl (%)	n.a	1,6	14 – 35	n.a
Fe (ppm)	n.a	n.a	11 – 112	n.a
Al (ppm)	n.a	n.a	115 – 230	115 – 2545
Mn (ppm)	n.a	n.a	36 – 70	5671
Cu (ppm)	1.484	804	195 – 225	83 – 219
Pb (ppm)	62	95	11 – 20	0,8
Cd (ppm)	n.a	n.a	0,05–0,23	n.a
Zn (ppm)	n.a	n.a	0,001–0,007	n.a
	439	370	9 – 14	n.a

Sumber : Suyamto dan Arifin (2002)

Keterangan :

*) n.a : tidak dianalisis

**) Satuan konsentrasi zat yang dikandung Sipramin g/L atau mg/L.

Tabel 9. Pengaruh pemupukan terpadu terhadap komponen hasil (jumlah dan bobot buah) dan hasil kapas berdaun normal dan okra serta kedelai dalam sistem tumpangsari

Perlakuan	Hasil (kg/ha)		Jumlah buah/ tanaman	Bobot 100 buah (gram)
	Kapas	Kedelai		
Varietas/Galur				
A. Kanesia 7 (Normal)	1.292	833	12,2	464,82
B. 87002/5/27/3 (Okra)	1.003	804	10,7	462,96
Pupuk Organik				
a. Tanpa pupuk	1.024	818	11,1	455,56
b. Pukan 10 t/ha	1.176	844	11,0	466,67
c. Bokashi 10 t/ha	1.273	990	10,8	469,44
Pupuk anorganik				
1. Rendah (N ₃₀ P ₀ K ₁₅)	892	860	9,0	450,00
2. Sedang (N ₆₀ P ₁₈ K ₃₀)	1.144	814	11,4	463,89
3. Tinggi (N ₉₀ P ₃₆ K ₄₅)	1.432	779	13,5	477,78

Sumber : Kadarwati dan Riajaya (2004)

P. Unsur K yang terkandung dalam sipramin, berkisar antara 10 sampai 22 kg/1000 l sehingga tanaman kapas masih perlu penambahan pupuk K anorganik terutama unsur tanah Vertisol seperti di Lamongan yang K-nya banyak terserap partikel liat. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa sipramin dapat digunakan sebagai penyubur tanah dan mempertinggi kandungan bahan organik tanah.

KESIMPULAN

Pemupukan rasional pada kapas adalah untuk Nitrogen berdasarkan kadar N-NO₃ tanah dengan batas kritis 20-25 ppm, untuk pemupukan P berdasarkan P tersedia dalam tanah (P-Olsen) dengan batas kritis 20 ppm P, sedangkan untuk pemupukan K berdasarkan pada K tersedia dalam tanah (K-dd) dengan batas kritis 150 ppm K. Pupuk kandang, bokashi dan limbah pabrik (sipramin) dapat digunakan sebagai pupuk organik alternatif pada tanaman kapas dan dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Pada tanah dengan kadar P tersedia tinggi (>20 ppm), maka residu pemupukan P dari padi sebelumnya (setara 100 kg SP-36), masih dapat dimanfaatkan tanaman kapas dan kedelai sesudahnya

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. Kondisi dan prospek industri pupuk di dalam negeri. *Trend Business* (55) : 4-13
- Cholid, M., dan F.T. Kadarwati. 2000. Perbaikan pengelolaan hara pada tumpangsari kapas dan kacang hijau. Laporan Hasil Penelitian Balittas tahun Anggaran 1999/2000. Bagian Proyek Balittas 2000.
- Constable, G. A. 1988a. Managing Cotton with Nitrogen Fertilizer. First edition. AGFACT, Agricultural Research Station Narabri. p. 1-7
- Constable, G. A. 1988b. Crop Nutrition-soil Testing and Plant Analysis Thresholds. Australian Cotton Conference, August 17th-18th Surfers Paradise QLD. p.231-238.
- Cristidish, B.G. and G.S. Harisson. 1955. Cotton Growing Problems. Mc Graw Hill. Book Company Ltd. New York. 633pp.
- Ditjenbun. 1996. Peluang dan Program Pengembangan Kapas di Indonesia. Makalah Utama Pada Diskusi Kapas Nasional Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Bogor. 14 hlm.
- Disbun Jatim. 1999. Evaluasi pelaksanaan Program Intensifikasi Kapas Rakyat 1998/1999 dan Rencana 1999/2000 di Jawa Timur. Makalah disajikan pada Pertemuan Teknis Intensifikasi Kapas Rakyat Tahun 1999 di Surabaya.

- Djaenuddin, D., Marwan, H., H. Subagyo, dan A. Mulyani. 1997. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian. Puslittanak. Badan Litbang Pertanian.
- Hasnam, F.T. Kadarwati, M. Basir Nappu. dan M. Sjaruddin. 1985. Penelitian kapas di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 4 (4) : 87-90.
- Hasnam dan T. Adisarwanto. 1993. Budidaya kapas dan kedelai di lahan sawah sesudah padi. *Prosiding Diskusi Panel Budidaya Kapas dan Kedelai*. Balittas Seri Pengembangan 7 : 12-18.
- Herman dan D. H. Gunadi. 1999. Manfaat dan prospek pengembangan industri pupuk hayati di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 18(3) : 91-97.
- Hobt, H. and G. Kemler. 1980. Magnesium and Sulfur for better crops, sustained high yield and pusfit. *Kah aud Salz AG*. Kassel. Germany.
- Joham. 1986. Effect of nutrient elements on fruiting efficiency *In* J. R. Mauney and J. Mc.D. Stewart (eds) *Cotton Physiology*. Tennessee, USA. p. 79-90.
- Kadarwati, F.T. 1993. Rangkuman hasil penelitian pemupukan fosfat pada tanaman kapas. Makalah disajikan pada Lokakarya Pupuk Fosfat Formulasi Baru. di Bandung. 11 hlm.
- Kadarwati, F.T., P.D. Riajaya, Hasnam, T. Basuki dan A.D. Hastono. 1993. Pengairan pada Tumpangsari kapas dan kedelai di lahan sawah sesudah padi. *Prosiding Diskusi Panel Budidaya Kapas dan Kedelai*. Balittas, Seri Pengembangan 7: 46-52.
- Kadarwati, F.T., dan M. Yusron. 1994. Pengairan dan pemupukan kapas di lahan sawah sesudah padi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 13 (2): 49-52.
- Kadarwati, F.T., M. Yusron, dan M. Machfud. 1994. Pemupukan N pada kapas beririgasi berdasarkan analisis tanah dan jaringan tanaman. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Malang* 9(2): 77-86
- Kadarwati, F.T., M. Yusron., M. Machfud dan G. Kustiono. 1995. Pengaruh pemupukan P pada padi dan kapas setelah padi terhadap pertumbuhan dan hasil kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Malang* 10 (1) : 67-76.
- Kadarwati, F.T., B. Hariyono, M. Machfud dan Soewarno. 1996a. Pemanfaatan residu fosfor pada tumpangsari kapas dan kedelai. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 1 (4) : 191-198.
- Kadarwati F.T., Sudarto, B. Hariyono, M. Machfud, dan G. Kartono, 1996b. Identifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman kapas dan kedelai di lahan sawah sesudah padi di Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 2 (2) : 51-77.
- Kadarwati, F.T. dan P. D. Riajaya. 2004. Pemupukan organik dan anorganik pada kapas berdaun normal dan okra dalam sistem tumpangsari dengan kedelai di lahan sawah sesudah padi. *Jurnal Institut Pertanian Malang Agrotek*. 12(4).
- Puslittanak, 1992. Peta Status Fosfat dan Kalium Tanah Sawah Propinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah. Edisi IV. Bogor
- Rude, P. A. 1984. *Integrated Pest Management for Cotton in Western Region of United States*. 76 pp.
- Riajaya, P.D., dan F.T. Kadarwati. 1993. Kebutuhan air irigasi dan pupuk N pada kapas di lahan sawah sesudah padi. I. *Tekstur Liat*. 1993. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Malang* 8 (2): 76-83.
- Rochayati, S., Mulyadi dan J. Sri Adiningsih. 1991. Penelitian efisiensi penggunaan pupuk di lahan sawah. *Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor.
- Sahid, M. Machfudz, F.T. Kadarwati dan Nurheru. 1990. Pengaruh dosis pupuk Kalium dan TSP-plus (Zn dan Cu) terhadap pertumbuhan dan hasil kapas. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri* 16 (1) : 10-17.
- Sastrosupadi, A. dan F.T. Kadarwati. 1986. Pengaruh kombinasi dosis pupuk ZA - urea dan P terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas serat kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat I* (1) : 23-40.
- Soepardi, G. 1987. Dasar-dasar pemupukan berimbang. Makalah disajikan pada Alih Teknologi Pemupukan Berimbang untuk Tanaman Perkebunan di Malang. Kerja Sama Disbun TK I Jawa Timur dan PT. Petrokimia Gresik. 73 hlm.
- Suyamto dan Z. Arifin. 2002. Bio-teknologi pupuk organik. Makalah disajikan dalam Seminar "Pengembangan Sistem Pertanian Organik dalam Menyongsong Era Global" di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Suyamto. 2002. Strategi dan Implementasi Pempupukan Rasional Spesifik Lokasi. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Malang, Juli 2002.

Waddle, B. A. 1984. Crop growing practices. *In*: Cotton. (Eds.) R.O. Kohel and C.F. Lewis. Agron. Series. ASA, CSSA, SSSA, Wisconsin, USA 24 : 234-261.